



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**16.01.2002 Bulletin 2002/03**

(51) Int Cl.7: **H01B 7/295, H01B 3/44,  
C08K 3/36**

(21) Numéro de dépôt: **01401590.3**

(22) Date de dépôt: **18.06.2001**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventeurs:  
• **Mammery, M. Mohammed**  
**89100 Sens (FR)**  
• **Petrus, M. Raymond**  
**77140 Moncourt Fromonville (FR)**

(30) Priorité: **12.07.2000 FR 0009153**

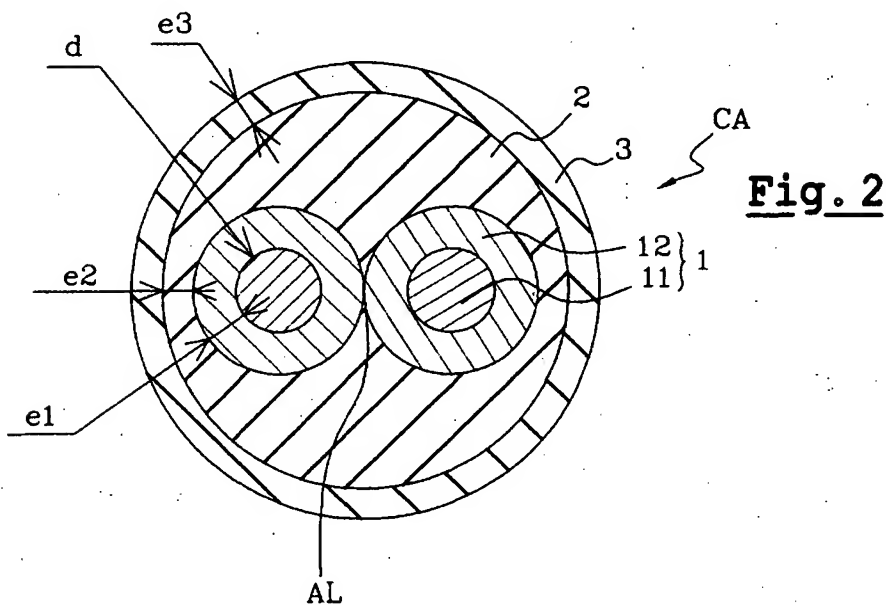
(74) Mandataire: **Lapoux, Roland M.**  
**Cabinet Martinet & Lapoux, 43 Boulevard**  
**Vauban, B.P. 405, Guyancourt**  
**78055 Saint Quentin Yvelines Cedex (FR)**

(71) Demandeur: **SAGEM S.A.**  
**75116 Paris (FR)**

(54) **Cable électrique de sécurité**

(57) Le câble électrique de sécurité comprend une masse de bourrage (2) comportant des charges anhydres et interposée entre des conducteurs isolés (1) et une gaine de protection (3) ignifuge sans halogène avec charges hydratées ce qui confère au câble une résistance au feu et une continuité électrique accrues. La gaine isolante (12) de chaque conducteur isolé (1) contient des charges minérales pouvant subir une céramisation

qui n'interfère pas avec l'eau dans les charges hydratées de la gaine de protection (3) qui est absorbée par les charges anhydres de la masse de bourrage. La masse de bourrage (2) et la gaine de protection (3) sont de préférence thermoplastiques afin que les conducteurs isolés (1) soient torsadés alternativement suivant des hélices directes et rétrogrades et assemblés simultanément avec une extrusion de la masse de bourrage (2) et de la gaine de protection (3) dans la ligne SZ.



## Description

**[0001]** La présente invention concerne un câble électrique de sécurité comprenant au moins deux conducteurs électriques isolés et une gaine de protection.

5 **[0002]** L'invention a trait plus particulièrement au comportement des câbles électriques en présence du feu pour limiter leur destruction.

**[0003]** La configuration rectiligne des câbles et leur utilisation en nappes sont souvent un facteur de transmission de feu, même s'ils ne sont que très rarement à l'origine d'un incendie. Par ailleurs, la combustion des câbles engendre des effets secondaires qu'il est important de limiter également.

10 **[0004]** Ces phénomènes qui se traduisent par le dégagement de gaz et fumées opaques et toxiques ont incité les fabricants de câble à développer des familles de câbles réalisés à partir de matériaux à faible émission de fumées et à toxicité réduite en cas de combustion. Plus récemment, pour réduire encore les risques, les fabricants de câble ont proposé des câbles sans halogène dont l'ignifugation est en général obtenue par des charges donneuses d'eau.

15 **[0005]** Toutefois, si l'emploi de matériaux ignifuges et de préférence sans halogène est une garantie sérieuse contre la formation de foyers secondaires, il est indispensable qu'en cas d'incendie, certaines installations électriques puissent continuer à assurer le fonctionnement des équipements de sécurité afin de permettre l'évacuation des personnes. L'un des éléments essentiels qui permet à ces installations de fonctionner est le câble électrique, dit câble de sécurité.

20 **[0006]** Ces câbles de sécurité doivent présenter une faible propagation au feu, et en plus assurer la poursuite de la fonction électrique dans un incendie naissant développant des températures très élevées. Cette caractéristique est vérifiée par des essais normalisés très sévères, détaillés plus loin, au cours desquels la continuité électrique du câble doit être préservée lorsqu'il est soumis pendant au moins une demi-heure environ à une température au moins de 700°C environ.

25 **[0007]** Dans chacun de ces essais, un échantillon de câble est soumis à une source de chaleur et on vérifie que la fonction électrique relative à la continuité des conducteurs et à l'absence de court-circuit est assurée pendant toute la durée de l'essai. L'essai retenu est destiné à sélectionner des câbles susceptibles de continuer à assurer leur fonction pendant une durée donnée d'une demi-heure à une heure dans un incendie. En outre, il peut être prévu de soumettre l'échantillon de câble à des chocs mécaniques représentant ainsi la dégradation de l'environnement au cours de l'incendie.

30 **[0008]** La spécificité des essais au feu, étant donné le caractère multiple des paramètres influents, tels que température, traction et choc, impose l'utilisation de câbles dont la structure et les matériaux d'isolation et de gainage sont particulièrement étudiés.

35 **[0009]** L'invention ne concerne donc pas des câbles électriques qui ne sont pas dits "câble de sécurité" et qui satisfont des essais de propagation à la flamme moins sévères, comme ceux de la norme DIN VDE 0472, au cours desquels un câble, comme celui décrit dans la demande de brevet DE 43 32 914, est soumis à une source de chaleur de 1 kW pendant une durée très courte de 1 à 3 minutes.

**[0010]** Les structures les plus anciennes des câbles de sécurité comprenaient des gaines isolantes minérales ou composées de rubans textiles à base de mica et/ou de fibres de verre, constituant des barrières de résistance au feu autour des conducteurs électriques, nécessitant une ou des étapes supplémentaires de fabrication relativement longues et onéreuses.

40 **[0011]** Actuellement, comme montré à la figure 1, un câble électrique de sécurité CAa comprend des conducteurs isolés 1a et une gaine de protection externe 3a. Chaque conducteur isolé 1a est composé d'une âme conductrice électrique 11a en cuivre et d'une gaine isolante 12a en élastomère silicone réticulé. Les gaines 12a sont assemblées hélicoïdalement en un faisceau de 2, 3, 4, ou plus conducteurs 1a. La gaine de protection externe 3a est en élastomère silicone réticulé.

45 **[0012]** Au cours d'un essai destiné à vérifier la résistance au feu du câble CAa, les gaines isolantes et la gaine de protection soumises au flux thermique de la source de chaleur sont pyrolysées et laissent place en général à une gangue, c'est-à-dire à une cendre présentant une intégrité mécanique dont le rôle est d'éviter les courts-circuits entre conducteurs et éventuellement avec l'armature pouvant entourer la gaine de protection.

50 **[0013]** Des silicones spécifiques avec des charges par exemple en hydroxyde métallique sont proposés pour constituer la gaine de protection 3a afin de la transformer en une gangue résiduelle.

**[0014]** Les câbles de sécurité ainsi conçus présentent encore des coûts de fabrication élevés à cause des matières en silicone et la réticulation de celles-ci pour les gaines isolantes et la gaine de protection ce qui nécessite au moins trois passes de fabrication : l'isolation de chaque conducteur 11a par passage à travers un tube de vulcanisation continue, l'assemblage des conducteurs isolés 1a sur câbleuse, et enfin le gainage externe des conducteurs isolés par extrusion avec un nouveau passage dans un tube de vulcanisation continue.

55 **[0015]** En outre, dans un câble CAa selon la technique antérieure, la transformation de la composition de la gaine isolante 12a, au moins superficiellement, à l'état de céramique est fortement perturbée par la présence d'eau dans la gaine de protection 3a directement au contact de la gaine isolante, aux premiers instants de la combustion du câble.

L'action combinée de la présence d'eau et l'effet des températures élevées d'un incendie donne naissance à des macro-fissures dans la gaine isolante qui peuvent apparaître pendant cette phase transitoire. La transformation de composition entraîne une perte de l'intégrité mécanique de la gaine isolante et une diminution des propriétés diélectriques de celle-ci. Le phénomène de court-circuit engendré par les macro-fissures devient donc inéluctable dans un foyer d'incendie.

[0016] L'objectif de l'invention est de fournir un câble électrique de sécurité ayant une résistance à la propagation de l'incendie et une continuité électrique améliorées, tout en réduisant son coût de fabrication par rapport aux câbles antérieurs.

[0017] Pour atteindre cet objectif, un câble électrique de sécurité comprenant au moins deux conducteurs électriques isolés et une gaine de protection, et assurant une continuité électrique après une exposition au moins d'une demi-heure environ à une source de chaleur ayant une température au moins de 700°C environ, est caractérisé en ce qu'il comprend une masse de bourrage comportant des charges anhydres et interposée entre les conducteurs isolés et la gaine de protection, chaque conducteur isolé a une gaine isolante contenant des charges pouvant subir une céramisation, et la gaine de protection est ignifuge sans halogène et contient des charges hydratées.

[0018] Comme on le verra par l'analyse ultérieure d'essai, l'interposition d'une masse de bourrage renfermant des charges anhydres entre les conducteurs isolés et la gaine de protection contenant des charges hydratées confère au câble de sécurité de l'invention une résistance au feu et une continuité électrique accrues. En effet, lors d'une élévation de chaleur dans le câble due à un incendie, les charges anhydres de la masse de bourrage absorbent l'eau libérée par les charges hydratées de la gaine de protection, tout en protégeant la céramisation de la matière des gaines isolantes des conducteurs isolés grâce à des charges minimales dans les gaines isolantes, ce qui assure la continuité électrique dans les conducteurs ainsi que la résistance à la propagation de flamme.

[0019] La réduction en cendres de la gaine de protection sous l'action du feu, génératrice d'eau, ne perturbe plus la céramisation des gaines isolantes grâce à l'interposition de la masse de bourrage selon l'invention.

[0020] Typiquement les charges formatrices de céramique sont minérales et noyées dans la matière de la gaine isolante, par exemple de type oléfinique, ou à base d'élastomère silicone.

[0021] Selon encore d'autres caractéristique du câble de l'invention, les conducteurs isolés peuvent alors être torsadés alternativement suivant des hélices directes et rétrogrades, afin que le câble selon l'invention soit réalisé dans une ligne de fabrication SZ où les conducteurs isolés sont assemblés simultanément avec une extrusion de la masse de bourrage et de la gaine de protection.

[0022] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations préférées de l'invention en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la figure 1 est une section d'un câble électrique de sécurité déjà commenté selon la technique antérieure ;
- la figure 2 est une section d'un câble électrique de sécurité selon l'invention, à la même échelle que celui dans la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'un câble électrique de sécurité de type armé selon l'invention.

[0023] En référence à la figure 2, un câble électrique de sécurité CA comporte deux conducteurs électriques isolés 1, disposés au centre du câble et torsadés ensemble autour de l'axe longitudinal AL du câble, une masse de bourrage cylindrique 2 entourant complètement les conducteurs isolés 1 et protégeant thermiquement ceux-ci, et une gaine de protection externe cylindrique 3 contenant entièrement la masse de bourrage 2. Chaque conducteur isolé 1 est composé d'une âme filaire conductrice électriquement 11 et d'une gaine isolante individuelle 12. De préférence, l'âme 11 des conducteurs est en cuivre quasiment désoxydé ou tout au moins à faible teneur d'oxygène, pour ne pas fragiliser les conducteurs et éviter leur rupture pendant un incendie.

[0024] En variante, le câble électrique de sécurité comprend plus de deux conducteurs isolés 1, par exemple trois, quatre ou sept.

[0025] La gaine isolante 12 de chaque conducteur isolé 1 est en une matière contenant des charges pouvant subir une céramisation, dites charges "céramisables", telles que des charges minérales en silice, quartz, kaolin, alumine, afin que la gaine isolante assure une isolation suffisante lorsque toute la partie organique de la gaine isolante a disparu, suite aux phénomènes de combustion. La matière de la gaine isolante est essentiellement oléfinique et comprend de préférence un polymère renfermant par exemple une polyoléfine, seule ou en mélange avec des charges céramisables ; en variante, la matière de la gaine isolante 12 comprend un élastomère silicone. Comme polyoléfine, on peut citer le polyéthylène PE, le polypropylène (PP), l'éthylène/propylène/caoutchouc (EPR) ou éthylène/propylène/diène/monomère (EPDM), le poly (éthylène/acétate de vinyle) (EVA), le poly (éthylène/acrylate de butyle) EBA, l'éthylène/acrylate d'éthyle EEA. La matière de la gaine isolante 12 contient également une ou plusieurs charges dont une partie au moins est céramisable, et a ainsi la capacité de donner naissance à une gangue présentant une certaine tenue mécanique sous l'effet des températures élevées d'un incendie.

[0026] De préférence, la gaine isolante 12 contient des additifs connus de l'homme du métier, tels qu'antioxydants, lubrifiants, plastifiants, colorants et un système de vulcanisation qui sera de préférence à base de peroxyde.

[0027] La masse de bourrage 2 est solide sans halogène et est essentiellement oléfinique. Elle est constituée de préférence d'une polyoléfine ou d'un copolymère de type oléfinique. Des exemples de polymères utilisables sont par exemple le PE, l'EVA ou l'EPR.

[0028] La masse de bourrage 2 contient de nombreuses charges anhydres. Typiquement, la masse de bourrage contient relativement 50% à 80% en poids de charges anhydres. Les charges anhydres sont par exemple constituées en l'un des composants suivants : craie, kaolin, talc, dolomie, silice, magnésie, alumine, sulfate de calcium.

[0029] La matière de la masse bourrage 2 contient également des additifs tels que lubrifiants, anti-oxydants, colorants, plastifiants et éventuellement un système de vulcanisation pour certaines réalisations.

[0030] De préférence, la matière de la masse de bourrage 2 contient un agent de couplage, tel qu'alcoxysilane, éventuellement directement lié au polymère oléfinique constituant essentiellement la masse de bourrage, assurant la cohésion entre les charges et le polymère.

[0031] La gaine de protection externe 3 contient un polymère essentiellement oléfinique, typiquement à base d'oléfine ou de copolymère d'oléfine, associé à des charges hydratées donneuses d'eau, en hydroxyde métallique tel que l'hydroxyde d'aluminium ou l'hydroxyde de magnésium, de façon à former une matière ignifuge sans halogène qui retarde la propagation du feu.

[0032] Avantagusement, la matière de la gaine de protection 3 contient un ou des agents de couplage, tels qu'alcoxysilane, entre les charges hydratées et le polymère constituant essentiellement la gaine de protection.

[0033] Ce renforcement de liaison du polymère avec les charges hydratées est également obtenu par l'introduction de polymères fonctionnalisés, tels que des polymères à base d'acide acrylique ou d'anhydride maléique, dans la matière de la gaine 3. Additionnellement, la matière de la gaine 3 contient des additifs, tels qu'antioxydants, lubrifiants, plastifiants et colorants.

[0034] Bien qu'il soit possible de réticuler la matière de la gaine de protection 3, celle-ci est de préférence thermoplastique ce qui nécessite pas de réticulation ; en effet, la réticulation de la gaine requiert des opérations coûteuses, longues de plusieurs heures, voire de plusieurs jours, telles qu'étuvage ou bombardement électronique.

[0035] La composition du câble de sécurité CA selon l'invention améliore considérablement son comportement au feu et par conséquent retarde l'apparition de courts-circuits dans le câble.

[0036] L'amélioration apportée par l'invention est notamment en relation avec la céramisation de la gaine isolante 12 des conducteurs 1 contenant des charges céramisables, sous une température élevée d'incendie. L'interposition de la masse de bourrage 2 faisant office de matelas séparateur adapté entre les gaines isolantes céramisables 12 qui préservent la fonction de continuité électrique, et la gaine de protection ignifuge 3 qui assure la fonction de résistance à la propagation de l'incendie, permet à chacune des deux fonctions de se développer sans qu'elles interfèrent l'une par rapport à l'autre.

[0037] La masse de bourrage 2 utilisée en phase thermoplastique, ou bien réticulée, sans halogène remplit les fonctions suivantes :

- barrière des charges anhydres dans la masse de bourrage qui absorbent la vapeur d'eau dégagée notamment par les charges hydratées dans la matière de la gaine de protection externe 3 afin de ne pas perturber la céramisation de la matière des gaines isolantes 12 ;
- barrière thermique entre la matière de la gaine 3 et la matière des gaines isolantes 12 afin de réduire la durée au terme de laquelle les gaines isolantes passent d'une structure organique à une structure céramique ;
- formation d'une structure cohésive de cendres lors de la combustion afin d'éviter la formation de foyer secondaire lors d'un incendie.

[0038] L'interposition d'une matière de masse de bourrage non perturbatrice du processus de céramisation de chaque gaine isolante 12 confère un avantage supplémentaire à l'invention qui est la réduction de l'épaisseur de la gaine isolante 12. De façon complémentaire, un taux de charges élevé et par conséquent un faible pouvoir calorifique de la matière de masse de bourrage entraînent une réduction de l'épaisseur de la gaine de protection 3. Le gain en quantité de matières utilisées pour la gaine isolante 12 et la gaine de protection 3 réduit le coût du câble, ainsi que le dégagement de fumées et gaz toxiques.

[0039] Par rapport à la technique antérieure, des câbles selon l'invention présentent également l'avantage d'une fabrication plus facile.

[0040] En effet, la fabrication du câble électrique de sécurité connu CAa (figure 1) constitué uniquement de composants réticulés 12a et 3a nécessite au minimum trois passes de fabrication, comme déjà dit.

[0041] A cause de la réticulation de la gaine externe qui oblige le passage dans un tube, l'assemblage des conducteurs isolés est dissocié de la formation de la gaine. Pour cette raison, les câbles électriques de sécurité connus ne sont jamais fabriqués au moyen d'une ligne de fabrication dite SZ qui forme alternativement des torsades de conduc-

teurs isolés en sens contraires, tantôt directes, tantôt rétrogrades, et présentent des torsades toujours suivant un seul sens.

5 [0042] Les gaines isolantes 12a des conducteurs isolés la dans le câble connu CAa sont en outre en élastomère silicone qui est relativement mou ce qui produirait un écrasement des gaines isolantes dans les transitions entre torsades de sens contraires si le câble était fabriqué au moyen d'une ligne de fabrication dite SZ. L'écrasement des gaines isolantes au niveau des transitions engendrerait des fissures dans celles-ci et ainsi réduiraient les performances du câble électrique de sécurité connu.

10 [0043] Lorsque le câble CA selon l'invention comprend une matière de bourrage 2 et une gaine de protection 3 qui sont thermoplastiques, il est fabriqué au moyen d'une ligne d'extrusion dite SZ dans laquelle pénètrent les conducteurs isolés 1 avec leurs gaines isolantes réticulées 12 en continu. La fabrication du câble avec la ligne SZ réalise avantageusement en une seule étape l'assemblage par torsades des conducteurs isolés 1 et la pose simultanée par extrusion de la masse de bourrage thermoplastique 2 et de la gaine de protection thermoplastique 3 autour des conducteurs isolés 1.

15 [0044] En effet, le procédé de fabrication SZ présente l'avantage de pouvoir effectuer l'assemblage des conducteurs en tandem avec l'opération de gainage.

[0045] La spécificité du procédé de fabrication SZ oblige à mettre immédiatement après le câblage la gaine de protection 3 qui maintient l'assemblage des conducteurs isolés dans la position convenue. Par rapport à un assemblage classique de conducteurs isolés en hélice à un seul sens, l'assemblage SZ qui comporte des sens de torsade alternés des conducteurs isolés, c'est-à-dire un tronçon de conducteurs isolés avec des pas d'hélice direct, puis un tronçon de conducteurs isolés avec des pas d'hélice rétrograde et ainsi de suite, supprime l'étape intermédiaire d'assemblage des conducteurs consommatrice de main d'oeuvre dans le procédé de fabrication du câble.

20 [0046] En variante, l'extrusion de la masse de bourrage 2 et de la gaine de protection externe 3 est réalisée sur des conducteurs isolés 1 regroupés sous forme d'un assemblage hélicoïdal classique suivant un seul sens hélicoïdal.

25 [0047] Selon d'autres variantes, un câble électrique de sécurité CA1 selon l'invention est armé en recouvrant le câble CA de la figure 1 d'une armature métallique 4 s'étendant autour de la gaine 3 suivant une hélice ou plusieurs hélices parallèles ou croisées, comme montrée à la figure 3, ou bien d'une armature ondulée avec des ondulations transversales-circulaires, ou longitudinales, ou bien encore hélicoïdales, et d'une gaine finale ignifuge 5 entourant l'armature hélicoïdale ou ondulée 4.

30 [0048] Afin de mieux comprendre l'intérêt d'un câble selon l'invention, quelques exemples liés à des résultats obtenus au sens de l'essai N° 3 de la norme française NF C 32-070 sont présentés ci-après. Cet essai réputé très sévère est appliqué à des câbles électriques de sécurité qui sont soumis aussi bien à de la chaleur qu'à des chocs, tout en étant traversés par un courant électrique correspondant à une tension de service des câbles.

[0049] L'appareillage d'essai comprend :

- 35
- un four, son alimentation et sa régulation,
  - un dispositif de mesure des températures,
  - un dispositif producteur de chocs mécaniques,
  - un dispositif de contrôle électrique.

40 [0050] Un échantillon de câble soumis à l'essai a une longueur de 1300 mm. Celui-ci est tendu horizontalement dans un four horizontal entre deux colliers de serrage aux extrémités de l'échantillon. L'un des colliers est fixe et solidaire du bâti du four. L'autre collier est mobile par rapport au bâti du four et soumis à une force de traction correspondant à une contrainte proportionnelle à la section totale des âmes en cuivre des conducteurs isolés de l'échantillon, pour maintenir l'échantillon en position tendue.

45 [0051] Pour un câble non armé, l'échantillon de câble est placé dans un tube d'acier. Le tube est fixé par un support du côté opposé à un dispositif producteur de chocs et maintenu à son autre extrémité sensiblement dans l'axe du four. Le tube a un diamètre tel qu'un jeu minimal de 3 mm existe entre l'échantillon et l'intérieur du tube. Cependant, l'échantillon est au contact du tube afin que le tube qui supporte des chocs les transmette le long de l'échantillon de câble en essai.

50 [0052] Le dispositif producteur de chocs est constitué par une barre ronde en acier, de 600 mm de longueur, pivotant autour d'un axe parallèle à celui de l'échantillon de câble et à environ 200 mm de celui-ci. Cet axe partage la tige en deux parties inégales, l'une de longueur égale à 200 mm, l'autre de longueur égale à 400 mm. Une came à trajectoire circulaire vient abaisser la partie courte jusqu'à ce qu'elle soit inclinée à 60° par rapport à l'axe horizontal de l'échantillon. On choisit une barre dont le diamètre est égal au diamètre extérieure du câble à 1 mm près. La vitesse de rotation de la came est réglée de façon que la fréquence des chocs soit de deux par minute.

55 [0053] L'âme de chacun des conducteurs isolés de l'échantillon de câble est mise sous une tension électrique d'essai qui dépend de la tension nominale du câble typiquement comprise dans une plage de 100/170, 100/300, 300/500, 450/750 ou 600/1000 V.

[0054] Le four monte en température suivant un programme thermique défini par une courbe d'échauffement, température-temps, normative. Le four monte rapidement en température pendant une première demi-heure environ de manière à atteindre une température de 600°C environ après 10 minutes environ et une température au moins de 700°C après 30 mn environ. Puis la température du four progresse de 700°C à 900°C environ pour atteindre une température typiquement de 920°C  $\pm$  20°C au bout de 45 minutes environ depuis le début de l'élévation de température. Une fois cette température de 900°C environ atteinte, le chauffage du four est limité de façon à sensiblement stabiliser la température à cette valeur pendant une période de stabilisation de température minimale de 15 mn. En général, l'essai est arrêté lorsqu'un court-circuit ou une interruption de courant est détecté dans l'échantillon de câble ce qui intervient avant la durée minimale normative de 60 minutes (une heure) pour un câble ne satisfaisant pas la norme, et bien après la durée minimale normative pour un câble très satisfaisant, comme le câble selon l'invention, qui assure sa fonction de continuité électrique particulièrement pendant la deuxième demi-heure à plus de 700°C, sans qu'aucun court-circuit ou aucune interruption de courant ne soit enregistré durant au moins toute la période d'essai minimale d'une heure.

[0055] Pendant la période de stabilisation, on doit veiller à ce que l'écart maximal entre un thermocouple central au four et deux thermocouples latéraux sensiblement aux extrémités du four reste au plus égal à 40°K et l'écart maximal entre les deux thermocouples latéraux reste au plus égal à 20°K.

[0056] Les exemples ci-dessous permettent de mieux comprendre les avantages de l'invention.

#### Exemple 1 : câble de sécurité à 2 conducteurs de 1,5 mm<sup>2</sup> selon la technique antérieure :

[0057] Le câble a la structure du câble CAa de type bourré déjà décrite en référence à la figure 1. Chaque âme conductrice de cuivre 11a d'une section 1,5 mm<sup>2</sup> et donc de diamètre  $d = 1,38$  mm est revêtue d'une gaine isolante 12a en élastomère silicone réticulé d'une épaisseur nominale  $e_{1a}$  de 1 mm, soit égale sensiblement à  $3d/4$ . La gaine isolante 12a est réticulée en silicone par le passage du conducteur isolé 1a dans un tube vapeur de 80 m de longueur et à une pression de 20 bars environ. En fonction de la longueur de gaine isolante souhaitée, le conducteur isolé 1a est collecté sur une bobine de réception adéquate. La même opération est répétée une deuxième fois en vue de réaliser l'autre conducteur isolé 1a d'une autre couleur.

[0058] Les deux bobines de conducteur isolé ainsi obtenues sont ensuite introduites dans une câbleuse pour assembler les conducteurs isolés 1a selon une forme hélicoïdale classique suivant un unique sens, en un faisceau de deux conducteurs isolés torsadés, enroulé autour d'une bobine réceptrice.

[0059] Finalement, la gaine de protection externe 3a en un mélange élastomère réticulé d'une épaisseur nominale  $e_{3a}$  de 1 mm est extrudée sur les deux conducteurs isolés assemblés 1a. De part de la nature du mélange, l'opération de gainage externe est strictement identique à l'opération d'isolation des conducteurs.

[0060] Si l'essai N° 3 de la norme NF C 32-070 est effectué sur quatre échantillons du câble CAa avec la composition décrite ci-dessus, des courts-circuits apparaissent après les durées suivantes :

Câble CAa	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4
11a en Cu et 12a en silicone ; 3a en silicone	90 mn	65 mn	90 mn	70 mn

#### Exemple 2 : câble de sécurité à 2 conducteurs de 1,5 mm<sup>2</sup> de type bourré :

[0061] L'essai est effectué sur un échantillon de câble de sécurité CAa2 dont la structure de type bourré et les dimensions sont analogues au câble CAa montré à la figure 1. Le câble CAa2 est constitué de deux conducteurs isolés 1a avec âme 11a en cuivre et gaine isolante 12a en silicone, mais comporte une gaine de protection externe thermoplastique ignifuge sans halogène. Le câble CAa2 est fabriqué selon le procédé SZ.

[0062] Bien que n'appartenant pas au domaine de l'invention, le câble CAa2 donne des informations complémentaires quant à l'apport de l'invention aux performances des câbles de sécurité.

[0063] Quatre échantillons de câble CAa2 sont testés selon les conditions d'essai N° 3 de la norme française NF C 32-070. Les résultats enregistrés montrent que ce type de câble conduit à un affaiblissement des performances. Les durées de chauffage à l'expiration desquelles apparaissent des courts-circuits sont indiquées dans le tableau ci-après.

Câble CAa2	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4
11a en Cu et 12a en silicone ; gaine thermoplastique	47 mn	65 mn	59 mn	63 mn

[0064] Par rapport au câble CAa, on constate une baisse de performance avec en particulier les essais 1 et 3 qui sont non conformes au sens des sanctions de l'essai N° 3 de la norme NF C 32-070, puisque des courts-circuits apparaissent pendant la durée minimale normative de 60 mn.

5 **Exemple 3 : câble de sécurité CA à 2 conducteurs de 1,5 mm<sup>2</sup> selon l'invention :**

[0065] L'exemple 3 concerne un échantillon de câble électrique de sécurité CA selon l'invention, illustrée à la figure 2. Il associe les trois éléments caractéristiques de la présente invention à savoir une gaine isolante silicone 12 contenant des charges céramisables, une masse de bourrage thermoplastique 2 comportant essentiellement des charges anhydres, et une gaine de protection externe 3 thermoplastique, non réticulée, ignifuge sans halogène, avec une fabrication de type ligne SZ.

[0066] Toutefois, comparativement aux câbles CAa et CAa2, l'épaisseur e1 de la gaine isolante 12 est réduite à 0,7 mm environ. Par exemple, la gaine isolante 12 a une épaisseur e1 sensiblement égale à la moitié du rayon interne de la gaine isolante, c'est-à-dire sensiblement égale au rayon  $d/2 = 1,38/2$  mm des âmes 11 des conducteurs isolés 1.

15 [0067] La phase d'assemblage des conducteurs isolés 1, puis la mise sous la masse de bourrage 2 servant d'écran thermique et sous la gaine de protection externe 3 se déroule en une seule étape sur une ligne de fabrication SZ équipée de deux extrudeuses, l'une de diamètre D1 = 80 mm et de longueur 20 D1 et l'autre de diamètre D2 = 120 mm et de longueur 24 D2. La couche intermédiaire destinée à constituer la masse de bourrage 2 présente une épaisseur e2 de 0,5 mm environ. Par exemple l'épaisseur e3 de la gaine de protection 3 est réduite à 0,5 mm environ ; ainsi, la

20 [0068] Lorsque quatre échantillons du câble CA selon l'invention sont testés selon l'essai N° 3 de la norme NF C 32-070, les résultats enregistrés montrent une nette amélioration de la résistance au feu du câble de sécurité, comme justifié par le tableau ci-après où pour les échantillons du câble CA sont présentées des durées de chauffage, expirant à l'apparition de court-circuit, qui sont en moyenne nettement plus longues que dans les deux tableaux précédents :

Câble invention CA	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4
2 conducteurs : 11 en Cu et 12 en silicone ; 2 et 3 thermoplastiques	90 mn	120 mn	105 mn	95 mn

30 **Exemple 4 : câble de sécurité à 3 conducteurs de 1,5 mm<sup>2</sup> selon l'invention :**

35 [0069] Ce quatrième câble concerne un câble électrique de sécurité analogue à celui CA montré à la figure 2, mais comprenant trois conducteurs isolés 1 dont les âmes 11 ont une section encore de 1,5 mm<sup>2</sup>. Des échantillons de ce quatrième câble soumis aux conditions d'essai N° 3 de la norme française NF C 32-070 conduisent à des résultats similaires à celles du câble CA à deux conducteurs selon l'exemple 3.

40 [0070] Compte tenu des données expérimentales, le câble CA selon l'invention montré à la figure 2, ou à la figure 3, présente un comportement au feu nettement meilleur que celui du câble connu CAa montré à la figure 1. La composition de la masse de bourrage 2 constitue donc un paramètre déterminant pour améliorer la tenue au feu des câbles de sécurité.

[0071] Le câble de sécurité selon l'invention présente en outre le double avantage suivant :

- 45 (i)- de meilleures performances de résistance au feu ;  
(ii)- réduction du coût de fabrication et du dégagement de fumées et gaz grâce aux épaisseurs faibles e2 et e3 de la masse de bourrage et de la gaine de protection.

50 [0072] En plus de sa fonction d'assurer la continuité de courant dans un foyer d'incendie, le câble de sécurité est réputé non propagateur d'incendie. En d'autres termes, lorsqu'il est enflammé, le câble selon l'invention ne dégage pas de produits volatiles inflammables en quantité suffisante pour donner naissance à un foyer d'incendie secondaire.

[0073] Dans ce contexte, la qualité de réaction au feu du câble selon l'invention au sens des exigences de l'essai N° 2 de la norme française NF C 32-070 a été évaluée.

55 [0074] Cet essai d'évaluation de propagation d'incendie consiste à essayer des échantillons de câble selon l'invention constitué par un ou plusieurs tronçons de longueur au moins égale à 1600 mm sous l'effet de la chaleur dans un four d'essai vertical en milieu ventilé. L'essai est effectué dans une cabine vitrée qui comporte à sa partie inférieure deux registres dont la manoeuvre permet de faire varier la vitesse d'écoulement de l'air de ventilation. La cabine est ventilée au moyen d'un extracteur monté à la partie supérieure de la cabine et dont la vitesse d'écoulement de l'air à

travers le four lorsque la ventilation fonctionne, doit être égale à  $120 \text{ m/mn} \pm 10 \text{ m/mn}$ .

[0075] Le four d'essai peut coulisser sur un châssis métallique qui comporte deux manchons d'amarrage entre lesquels chaque échantillon de câble à essayer est tendu verticalement suivant l'axe du four pendant toute la durée de l'essai.

[0076] L'inflammation des gaz dégagés dans le four pendant l'essai est provoquée ou entretenue au moyen de deux brûleurs à gaz.

[0077] La durée totale de l'essai est de 30 minutes quand le four est porté à une température comprise entre  $780^{\circ}\text{C}$  et  $880^{\circ}\text{C}$ .

[0078] Une fois l'essai terminé et après retour de l'échantillon de câble à la température ambiante, la hauteur dégradée, image des traces de combustion, ne doit pas excéder 800 mm.

[0079] Pour des échantillons des câbles de l'invention à 2 et 3 conducteurs isolés selon les exemples précédents 3 et 4, les hauteurs dégradées sont les suivantes :

Câble CA	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4
11 en Cu et 12 en silicone ; 2 et 3 thermoplastiques	100 mm	150 mm	210 mm	230 mm

[0080] Au niveau des hauteurs dégradées ayant subies des brûlures, les câbles selon l'invention présentent une bonne qualité de réaction au feu.

[0081] En outre, la masse de bourrage 2 remplissant l'espace entre les gaines isolantes 12 des conducteurs 1 et la gaine de protection fait office également de barrière d'étanchéité longitudinale quand le câble est installé dans des milieux humides.

## Revendications

1. Câble électrique de sécurité (CA) comprenant au moins deux conducteurs électriques isolés (1) et une gaine de protection (3), et assurant une continuité électrique après une exposition au moins d'une demi-heure environ à une source de chaleur ayant une température au moins de  $700^{\circ}\text{C}$  environ, **caractérisé en ce qu'il** comprend une masse de bourrage (2) comportant des charges anhydres et interposée entre les conducteurs isolés et la gaine de protection, chaque conducteur isolé (1) a une gaine isolante (12) contenant des charges pouvant subir une céramisation, et la gaine de protection (3) est ignifuge sans halogène et contient des charges hydratées.

2. Câble conforme à la revendication 1, dans lequel les charges anhydres sont constituées en l'un des composants suivants : craie, kaolin, talc, dolomie, silice, magnésie, alumine, sulfate de calcium.

3. Câble conforme à la revendication 1 ou 2, dans lequel la masse de bourrage (2) contient relativement 50% à 80% en poids de charges anhydres.

4. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la masse de bourrage (2) est essentiellement oléfinique.

5. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la masse de bourrage (2) contient un agent de couplage entre les charges et un polymère constituant essentiellement la masse de bourrage.

6. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la gaine isolante (12) de chaque conducteur isolé (1) est de type oléfinique.

7. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la gaine isolante (12) de chaque conducteur isolé (1) est à base d'élastomère silicone.

8. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les charges hydratées dans la gaine de protection (3) sont en hydroxyde métallique.

9. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la gaine de protection (3) contient un polymère essentiellement oléfinique.



## EP 1 172 827 A1

10. Câble conforme à la revendication 9, dans lequel la gaine de protection (3) contient un agent de couplage entre le polymère et les charges hydratées.
- 5 11. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant une armature métallique (4) hélicoïdale ou ondulée autour de la gaine de protection (3), et une gaine finale ignifuge (5) entourant l'armature.
12. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la masse de bourrage (2) et la gaine de protection (3) sont thermoplastiques.
- 10 13. Câble conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel les conducteurs isolés (1) sont torsadés alternativement suivant des hélices directes et rétrogrades.
- 15 14. Fabrication du câble électrique isolé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** les conducteurs isolés (1) sont assemblés simultanément avec une extrusion de la masse de bourrage (2) et de la gaine de protection (3).

20

25

30

35

40

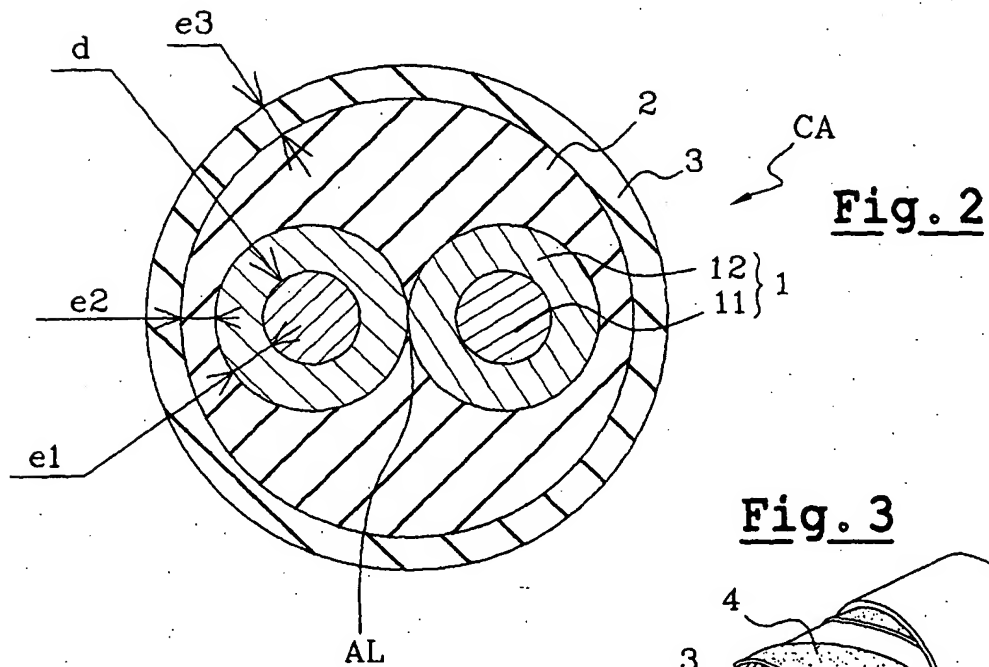
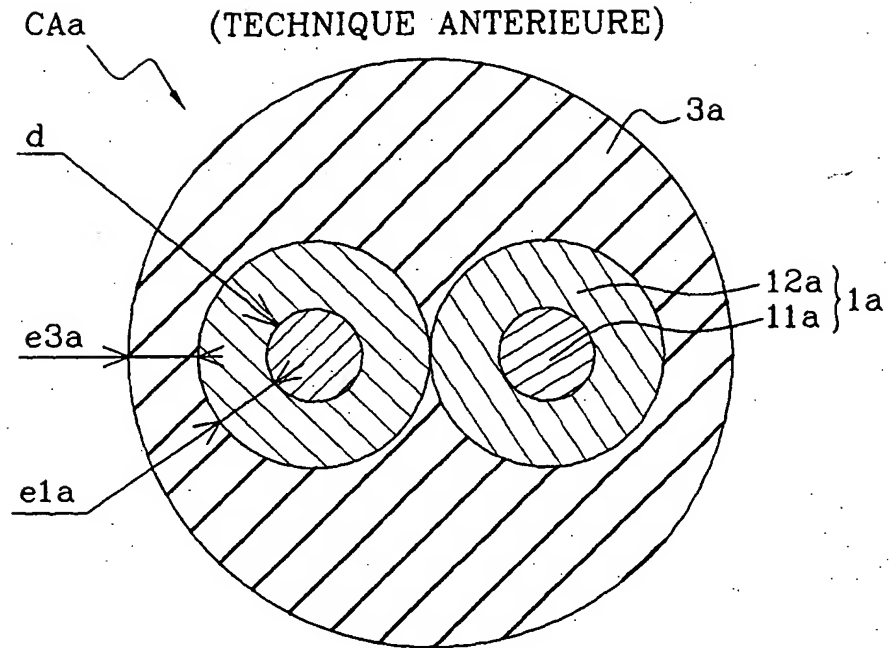
45

50

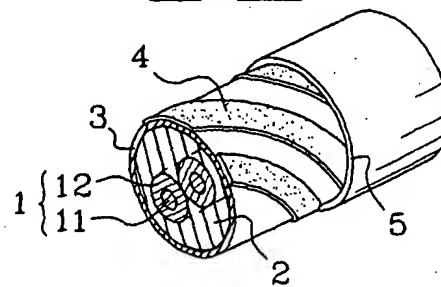
55

**Fig. 1**

(TECHNIQUE ANTERIEURE)



**Fig. 3**





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 1590

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	DE 43 32 914 A (SIEMENS AG) 30 mars 1995 (1995-03-30) * le document en entier *	1-6, 14	H01B7/295 H01B3/44 C08K3/36
X	US 4 331 733 A (EVANS EDWIN R ET AL) 25 mai 1982 (1982-05-25) * le document en entier *	1-6	
X	GB 2 043 326 A (KABEL METALLWERKE GHH) 1 octobre 1980 (1980-10-01) * le document en entier *	1-3	
A	FR 2 396 393 A (GEN ELECTRIC) 26 janvier 1979 (1979-01-26) * revendications 1-16 *	1-10	
A	FR 2 419 736 A (GEN ELECTRIC) 12 octobre 1979 (1979-10-12) * revendications 1-19 *	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			H01B C08K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>30 août 2001</b>	Examineur <b>Drouot-Onillon, M-C</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire	

EPO FORM 1503 03 82 (P/04/02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1590

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-08-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
DE 4332914	A	30-03-1995	AUCUN		
US 4331733	A	25-05-1982	AUCUN		
GB 2043326	A	01-10-1980	DE 2907473	A	04-09-1980
			AU 5151479	A	04-09-1980
			CA 1135355	A	09-11-1982
			JP 55115208	A	05-09-1980
			US 4297526	A	27-10-1981
FR 2396393	A	26-01-1979	US 4151366	A	24-04-1979
			JP 54039891	A	27-03-1979
FR 2419736	A	12-10-1979	DE 2906116	A	20-09-1979
			GB 2020305	A, B	14-11-1979
			JP 1045681	B	04-10-1989
			JP 54135384	A	20-10-1979
			US 4401491	A	30-08-1983

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82